

大阪大学 1

## 脳波情報から推定したQoEを用いた MPEG-DASHにおける ビットレート制御手法の実装と評価

村田研究室  
森 大慶

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

1

研究背景 2

- **体感品質 (QoE) の重要性の高まり**
  - 端末数の増加・性能の向上による、アプリケーションの多様化・高度化
    - 動画配信サービス (YouTube, TikTok, Amazon Prime Video)
    - 遠隔 Web 会議システム (Zoom, Webex)
  - 要求される QoS (Quality of Service) の保証が困難になってきている
  - 通信資源に制約があるなかでの QoE の維持・向上が重要
- **適応的ビットレート制御と、体感品質の向上**
  - スループットなどから画質を調整し、動画の一時停止時間を削減することで、QoE を向上
  - 動画視聴において、QoE に影響を与える項目例
    - 一時停止の長さや頻度
    - 画質の変化の大きさや頻度
  - 改善項目にトレードオフが存在
    - どちらが重要かは、ユーザによって異なる

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

2

脳波による QoE の推定とビットレート制御 3

- **動画視聴中のユーザの QoE を、脳波情報をもとに推定 [1]**
  - 頭部14箇所を測定可能な脳波計を使用
  - 14箇所から得た脳波データから約500種類の特徴量を計算
  - QoE が低いかそうでないかの2分類をするサポートベクターマシンを学習
  - QoE が「低い」状態を最大 74% の確率で検知可能
- **推定した QoE をもとにしたビットレート制御**
  - ユーザの (推定) 体感品質を制御に反映
  - ユーザの好みに応じたビットレート制御を期待



[1] K. Kitao, D. Kominami, and M. Murata, "GA-based feature selection for QoE estimation using EEG during video viewing," in Proceedings of International Conference on Emerging Technologies for Communications, 2020

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

3

研究目的とアプローチ 4

- **研究の目的**
  - 脳波情報により推定された QoE を用いたビットレート制御を行う動画配信システムを実装する
- **アプローチ**
  1. 文献 [1] のプログラムを修正し、脳波のストリーミングデータからリアルタイムで QoE を推定できるプログラムを実装
  2. QoE にもとづきビットレート制御を行う動画配信システムを実装
  3. QoE 推定用のモデルの学習および、実装したシステムの評価を実施

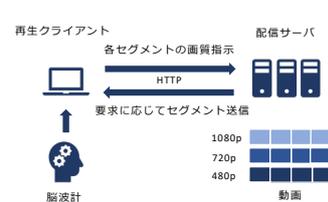
[1] K. Kitao, D. Kominami, and M. Murata, "GA-based feature selection for QoE estimation using EEG during video viewing," in Proceedings of International Conference on Emerging Technologies for Communications, 2020

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

4

実装するシステムの動作 5

- **配信サーバ**
  - MPEG-DASH サーバとして動作
  - 複数ビットレートの動画を用意
  - クライアントから要求された画質のセグメントを送信
- **再生クライアント**
  - 脳波情報により QoE を推定
  - QoE を用いたビットレート制御アルゴリズムにより、次にダウンロードするセグメントのビットレートを決定しサーバに要求



2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

5

推定 QoE を用いたビットレート制御アルゴリズムの実装 6

- **脳波のストリーミングデータを用いた QoE 推定**
  - LabStreamingLayer (LSL) により取得した脳波から特徴量を抽出
  - 学習済モデルへ入力することで QoE を推定
- **実装したビットレート制御アルゴリズム**
  - 動画のビットレートよりもスループットが大きければ、ビットレートを上げる
  - リバッファリング発生時に推定 QoE を確認
    - QoE が低いと推定されればビットレートを下げ、それ以外の場合は同じビットレートを維持
    - QoE が低下していないときに、不要な画質の変化を避ける目的
  - クライアントは QoE の他にスループット、リバッファリングの発生・終了イベント情報を計測・利用

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

6

**動作検証の手順** 7

1. QoE 推定モデルの事前学習
2. 実装した動画配信システムで動画を視聴
  - 被験者: 2名 (発表者・所属研究室の教員)
  - 視聴する動画: Big Buck Bunny
  - スループットの変動: Linux の tc コマンドを用いることで視聴中にスループットを低下させる
3. 視聴中の各種データを計測
  - 視聴中の各時刻の情報
    - 脳波から推定した QoE
    - スループットの推定値 (セグメントをダウンロードに要した時間から算出)
    - 再生中の動画のビットレート
  - リバッファリングの発生時刻
4. 適切なタイミングでレート制御が行われていることを検証

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

7

**QoE 推定モデルの学習** 8

- **学習用データの作成**
  - 学習用データに必要な項目
    - 動画視聴中の脳波データ (脳波計の管理ソフトウェアでデータを記録)
    - 各時刻におけるユーザの QoE の値
      - 被験者はキーボードを利用して、QoE が高い・低い・普通の3通りの状態を入力
      - 0.5 秒おきに記録
  - 学習用データ作成時に視聴する動画: LFOVIA データセット [3]
  - 途中で一時停止したり、画質が変化したりする動画データが収録
  - 18本の動画を学習用データ作成に利用
- **モデルの学習**
  - 文献[1] で提案された手法を使用

[3] LFOVIA group, "Lab for video and image analysis - Howia." <https://people.iitb.ac.in/lfovia/index.html>. Accessed: 2023-01-25.

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

8

**動作検証の結果：リバッファリング時の挙動** 9

- **計測結果**
  - 青線: 動画のビットレート
  - 緑線: スループット
  - 橙線: 推定 QoE
  - 灰色: リバッファリングの発生区間
    - 灰色の区間で動画が停止
- **QoE の低下に応じたビットレートの変化を確認**
  - 70秒、130秒付近においてリバッファリングが発生した際に推定 QoE が低く、ビットレートが下げられている
  - リバッファリングが起きた時に QoE が高いケースは実験中取得できなかった

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

9

**動作検証の結果：常に推定 QoE の高い人を仮定** 10

- **QoE 推定部分を、常に QoE を高いと出力するように変更し、再度実験を実施**
- **計測結果**
  - 青線: 動画のビットレート
  - 緑線: スループット
  - 橙線: 推定 QoE
  - 灰色: リバッファリングの発生時刻
    - 灰色の区間で動画が停止
- **リバッファリングが多数発生するもビットレートは維持**
- **スループットが 10Mbps になるとビットレートが上昇**

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

10

**まとめと今後の課題** 11

- **まとめ**
  - 脳波情報から推定した QoE をもとにビットレートを制御する動画配信システムを実装
  - リアルタイムでの QoE 推定と、QoE を利用したビットレート制御の動作を確認
- **今後の課題**
  - 制御アルゴリズムの改善
  - QoE の推定精度の改善
    - 脳波単体による推定精度改善
    - ほかの生体情報の利用

2023 / 2 / 14 令和4年度 情報科学科 特別研究報告発表会

11